

USULAN PERANCANGAN KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN *JET DYEING* DENGAN
MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY, AVAILABILITY, MAINTAINABILITY (RAM)* DAN *COST*
OF UNRELIABILITY (COUR)

DI PT. XYZ

PROPOSED POLICY DESIGN JET DYEING MACHINE USING
RELIABILITY, AVAILABILITY, MAINTAINABILITY (RAM) AND COST OF UNRELIABILITY
(COUR)

(STUDY CASE : PT.XYZ)

Dena Aprima Diputra¹, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji², Endang Budiasih³

^{1, 2, 3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹aprimadena@student.telkomuniversity.ac.id, ²franstatas@telkomuniversity.ac.id,

³endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT.XYZ bergerak dalam bidang usaha pertenunan (*weaving*) sampai akhirnya perusahaan ini berkembang terus menjadi perusahaan tekstil. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang semakin pesat, kebutuhan konsumen semakin meningkat sehingga menuntut permintaan produksi sesuai dengan target yang ditentukan. Salah satu cara untuk memperkecil kerugian yang kemungkinan harus ditanggung oleh perusahaan adalah dengan meningkatkan *Reliability, Availability & Maintainability* dari sistem produksi itu sendiri dan *Cost Of Unreliability* untuk mengetahui seberapa besar biaya yang dihasilkan oleh masalah *Reliability, Availability & Maintainability*. Data-data berupa *Mean Time To Failure, Mean Time To Repair* berguna untuk menilai kinerja sistem yang bekerja. Dari hasil pengolahan data *Reliability, Availability & Maintainability Analysis* menggunakan pemodelan *Reliability Block Diagram* berdasarkan pada *analytical approach*, pada waktu 168 jam, sistem memiliki nilai *Reliability* (16%). Rata-rata nilai *Maintainability* sistem pada $t = 31$ jam adalah 91,47%. Nilai *Inherent Availability* sebesar 99,38% dan nilai *Operational Availability* sebesar 98,94%. Berdasarkan pada evaluasi yang telah dilakukan dengan menggunakan *world class maintenance Key Performance Indicator*, indikator dari *leading* dan *lagging availability* sudah mencapai target indikator yang diberikan. Hasil perhitungan *Cost of Unreliability* didapatkan biaya yang disebabkan oleh ketidakhandalan sistem adalah Rp.2.315.005.900 berdasarkan waktu perbaikan dan Rp.3.998.580.070 berdasarkan pada *downtime*.

Kata Kunci : *Availability, Cost Of Unreliability, Key Performance Indicator, Maintainability, Reliability, Reliability Block Diagram*

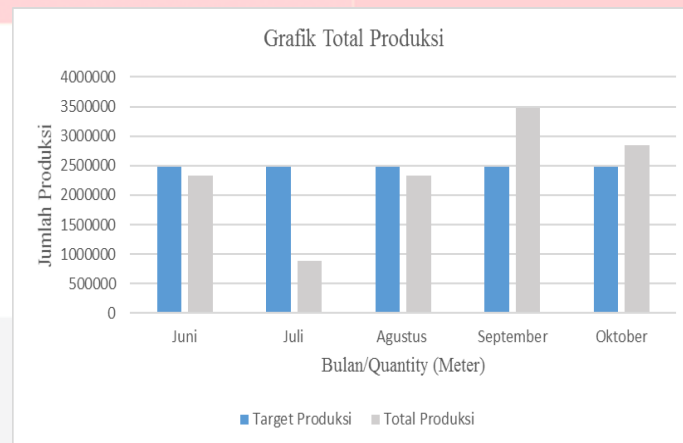
Abstract

PT.XYZ is engaged in weaving business area until this company growing steadily into a textile company. Along with the rapidly economic growth, consumer needs are increasing so that demanding for production by the specified target. One method to reduce the losses that are likely to be responsibly by the company is to improve the *Reliability, Availability and Maintainability* from the production system itself and *Cost of Unreliability* to know how big the charge generated by the *Reliability, Availability and Maintainability* problem. Data such as *Mean Time To Failure, Mean Time To Repair* useful to assess system performance that works. From data result processing using the *Reliability, Availability and Maintainability Analysis* using *reliability Block Diagram* based on *analytical approach*, at 168 hours, the system has a value of *Reliability* (16%). Average value of *Maintainability* system at $t = 31$ hours was 91,47%. *Inherent Availability* value is 99.38% and the *Operational Availability* value is 98,94%. Based on the evaluations that has been done using the *world-class maintenance Key Performance Indicator*, indicators of *leading* and *lagging availability* has reached the target of given indicator. Result by using calculations *Cost of Unreliability* obtained that expenses caused by the unreliability system is Rp.2.315.005.900 *Corrective Time* and Rp.3.998.580.070 based on *downtime*.

Keywords : *Availability, Cost Of Unreliability, Key Performance Indicator, Maintainability, Reliability, Reliability Block Diagram*

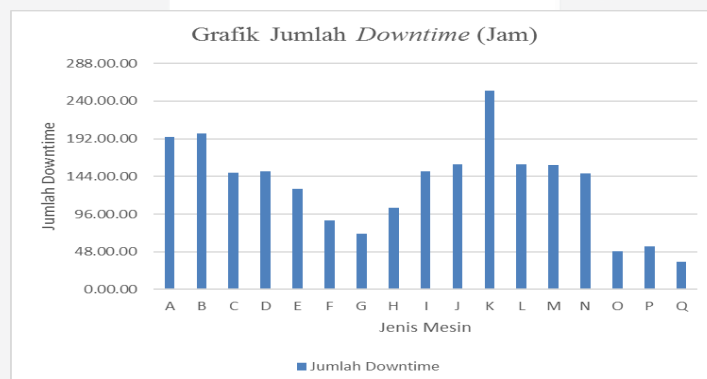
1. Pendahuluan

PT.XYZ bergerak dalam bidang usaha pertenunan (*weaving*) sampai akhirnya perusahaan ini berkembang terus menjadi perusahaan tekstil. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang semakin pesat kebutuhan konsumen semakin meningkat sehingga perusahaan melakukan pembangunan untuk memperluas bidang usahanya. Dalam menunjang produksi dibutuhkan perawatan mesin secara rutin agar tidak terjadi permasalahan yang mengganggu alur produksi. Oleh karena itu, perlu bagi PT. XYZ memberikan perhatian lebih terhadap kualitas produksi dan ketepatan waktu produksi dengan mengoptimalkan sumber daya yang ada, terutama fasilitas mesin. Masalah yang sering dialami oleh unit *dyeing* adalah sering terhentinya proses di lantai produksi. Mesin-mesin yang ada di unit *dyeing* ini sering mengalami kegagalan produksi atau kerusakan mesin karena mesin yang digunakan rata-rata sudah berumur sangat tua dan terus menerus digunakan. Dikarenakan salah satu kompetensi utama dari PT. XYZ adalah memproduksi kain tekstil maka perhatian khusus diberikan kepada unit *dyeing* yang memiliki unit bisnis tersebut. Setiap mesin yang ada di setiap unit menghasilkan jenis dan ukuran kain yang berbeda, sehingga perlu adanya pemetaan alur produksi di PT. XYZ Gambar 1 merupakan urutan proses produksi kain tekstil.



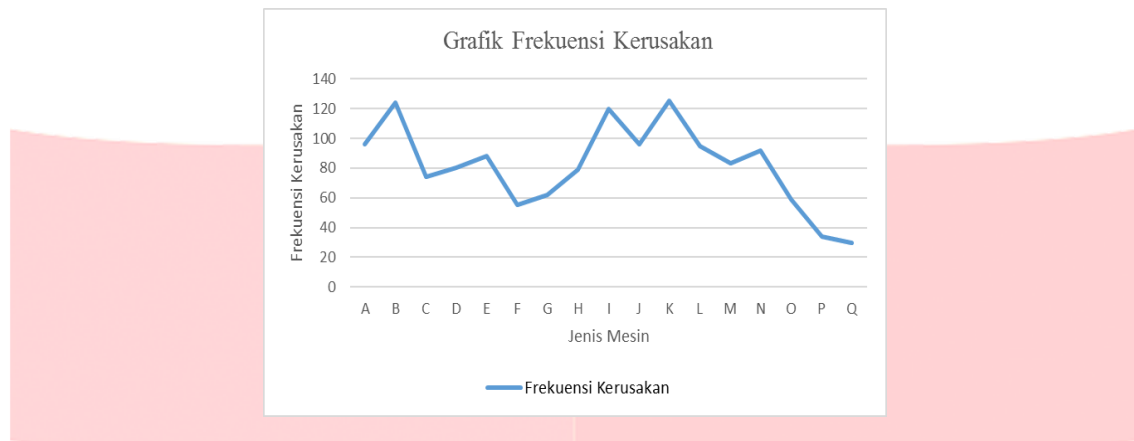
Gambar 1 Data Produksi Pada Tahun 2016

Gambar 1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antar jumlah produksi dengan target produksi selama tahun 2016. Pada bulan September total produksi mencapai angka tertinggi yaitu 3.500.000 meter melebihi jumlah target produksi yang ditetapkan yaitu 2.500.000 meter sedangkan pada bulan Juni, Juli dan Agustus produksi tidak mencapai target yang ditetapkan.



Gambar 2 Data Downtime Mesin Jet Dyeing di Unit Dyeing 6 Tahun terakhir

Pada Gambar 2 terlihat bahwa mesin yang mempunyai jumlah *downtime* tertinggi adalah mesin Jet Dyeing K dengan jumlah lebih dari 240 jam. Rincian frekuensi kerusakan 17 kategori mesin departemen *Dyeing* selama 6 tahun dari 2010 – 2016 dapat dilihat pada Gambar 3. Pada Gambar 3 terlihat bahwa mesin yang mempunyai frekuensi kerusakan tinggi adalah mesin Jet Dyeing K sebanyak 125 kerusakan. Mesin-mesin yang ada merupakan mesin yang berfungsi untuk melakukan pencelupan warna pada kain tekstil yang akan diproduksi.



Gambar 3 Data Frekuensi Kerusakan Mesin *Jet Dyeing* di Unit *Dyeing* 6 Tahun terakhir.

Berdasarkan gambar 3 dapat disimpulkan bahwa mesin *Jet Dyeing* K mempunyai frekuensi kerusakan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan mesin *Jet Dyeing* lainnya yakni sebesar 125 kali, sehingga dipilihlah mesin *Jet Dyeing* K sebagai objek penelitian. Untuk mengantisipasi kerusakan pada mesin *Jet Dyeing* perlu melakukan analisis kehandalan mesin untuk menentukan *Reliability*, *Maintainability*, *Availability* (RAM) untuk perbaikan kegiatan *maintenance* yang lebih efektif dan menentukan subsistem yang paling kritis menggunakan metode RAM. Penggunaan metode RAM untuk menentukan suatu sistem yang kritis sudah dilakukan terlebih dahulu oleh Cajeira, Carolina [6]. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut adalah untuk mendapatkan usulan dari subsistem yang memiliki konsekuensi resiko kegagalan yang tinggi. Sistem yang mengalami resiko yang tinggi akan menghasilkan biaya ketidakhandalan yang besar sehingga perlu di analisis dari aspek biaya yang dikeluarkan akibat ketidakhandalan. Salah satu metode untuk menghitung biaya ketidakhandalan adalah *Cost Of Unreliability*.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Manajemen Perawatan

Perawatan adalah aktivitas suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki dalam kondisi tertentu dan pada periode tertentu [1]. Tujuan utama dari kegiatan perawatan bukan hanya untuk mengoptimalkan ketersediaan (*availability*) pada biaya yang minimum.

2.1.1.1 Preventive Maintenance

Preventive Maintenance adalah suatu tindakan yang terjadwal yang bertujuan untuk memelihara atau mempertahankan sistem pada level tertentudengan menyediakan tinjauan yang sistematis, deteksi dan atau pencegahan kegagalan yang akan datang [2]. Tindakan pemeliharaan preventive yang tidak sempurna dilakukan pada saat usia peralatan mencapai batas yang dikendalikan [3]. Tujuan *preventive maintenace* adalah sebagai berikut:

1. Mencegah atau meminimasi terjadinya kegagalan.
2. Mendeteksi apabila terjadinya kegagalan.
3. Menemukan kegagalan yang tersembunyi.
4. Meningkatkan *reliability* dan *availability* komponen atau sistem tersebut.

2.1.1.2 Corrective Maintenance

Corrective maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kegagalan pada suatu sistem untuk mengembalikan sistem kefungsi awal. Kegiatan ini bersifat tidak terjadwal, yang berarti tergantung pada kondisi sistem tersebut [2].

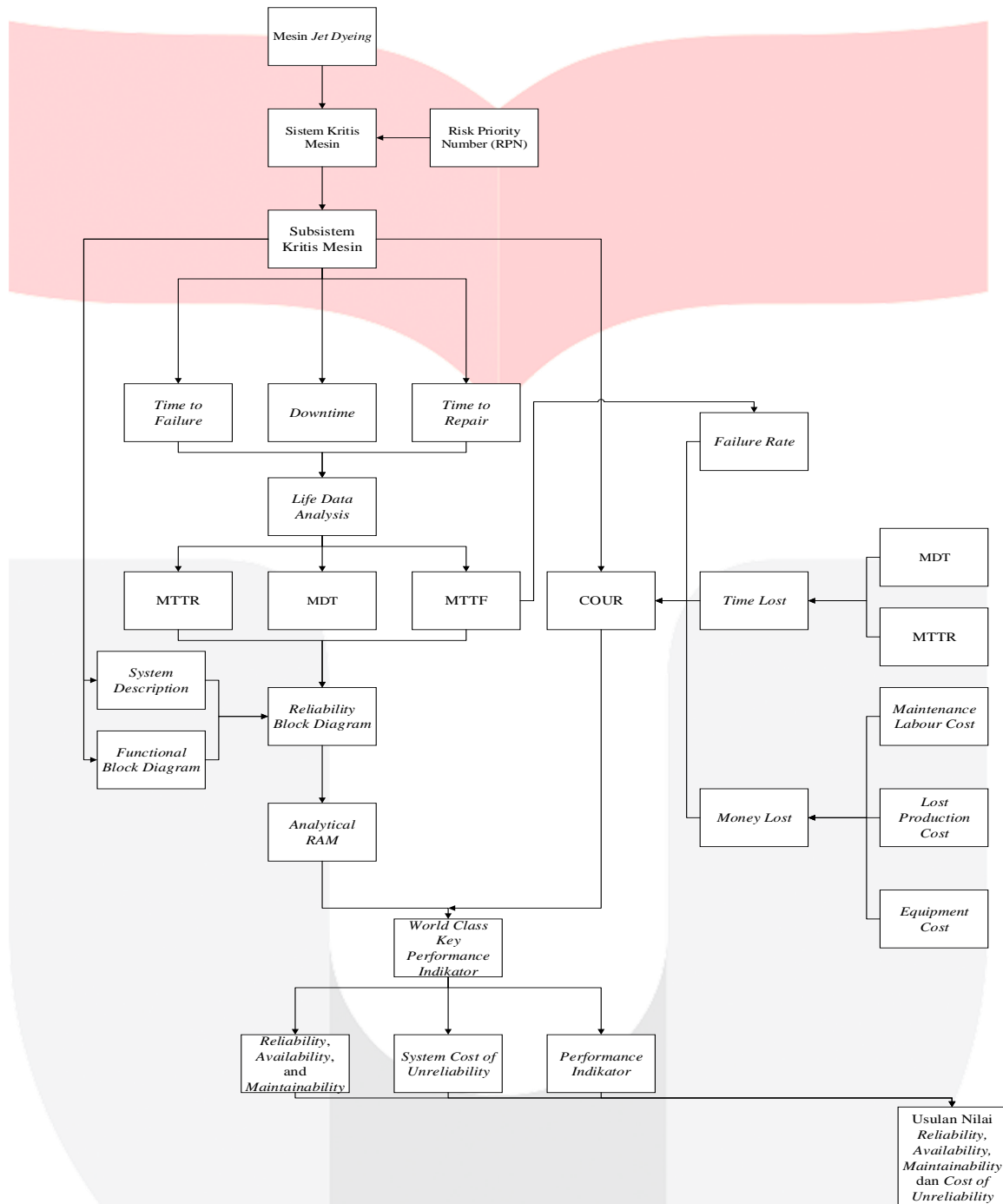
2.1.1.3 RAM Analysis

Reliability, Availability, & Maintability (RAM) *Analysis* merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk memprediksi kinerja keandalan (*reliability*), ketersediaan (*availability*), kemampuan perawatan (*maintainability*) dari suatu komponen atau sistem. RAM *Analysis* juga merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk memberikan pedoman dalam optimasi dari suatu komponen atau sistem [4].

2.1.1.4 Cost of Unreliability

cost of unreliability berarti seluruh biaya yang merupakan hasil dari seluruh situasi yang berhubungan dengan masalah kegagalan realibilitas, termasuk juga semua biaya yang berhubungan dengan program keandalan yang buruk dan pekerjaan perawatan yang buruk [5]. Untuk menemukan *cost of unreliability*, maka sebaiknya memulai dengan gambaran besar dan membantu program peningkatan biaya langsung, yaitu dengan mengidentifikasi sumber masalah biaya, level masalah, dan masalah apa saja yang muncul.

2.2 Model Konseptual



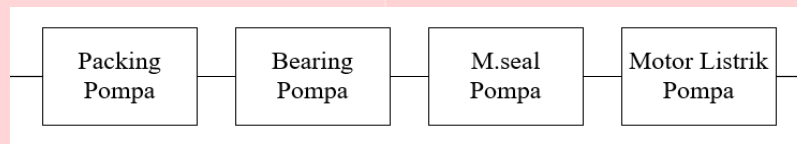
Gambar 4 Model Konseptual

Konsep dalam penelitian ini diawali dengan melakukan *life data analysis* menggunakan *Anderson-Darling Test* pada data *Maintenance Time Existing* yang didalamnya terdapat *time to repair*, *time to failure*, dan *downtime*. Setelah didapatkan distribusi yang paling baik untuk mewakili *failure*, *repair* dan *down* dari setiap unit, dapat dilakukan *plotting* data untuk menentukan parameter distribusi terpilih yang dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab 17. Hasil yang didapatkan adalah nilai MTTF, MTTR dan MDT yang akan digunakan dalam RAM Analysis dan COUR. Perhitungan nilai dari RAM Analysis secara *analytical* dapat dilakukan dengan menggunakan nilai parameter distribusi dari setiap unit dan pemodelan RBD untuk mempermudah perhitungan dari RAM sistem. Hasil dari perhitungan RAM Analysis adalah *analytical RAM*, yaitu *Analytical Inherent*

Availability dan *Operational Availability*. MTTF dari unit digunakan untuk menentukan *reliability* mesin, dan MTTR digunakan untuk menentukan *maintainability* mesin. MTTF dan MTTR dibutuhkan untuk melakukan perhitungan *inherent availability*. RAM Analysis membutuhkan permodelan dari sistem untuk mempermudah penilaian sehingga model *Reliability Block Diagram* (RBD) digunakan untuk memodelkan sistem dari *plant* produksi PT. XYZ.

3. Pembahasan

3.1 Pemodelan Reliability Block Diagram (RBD)

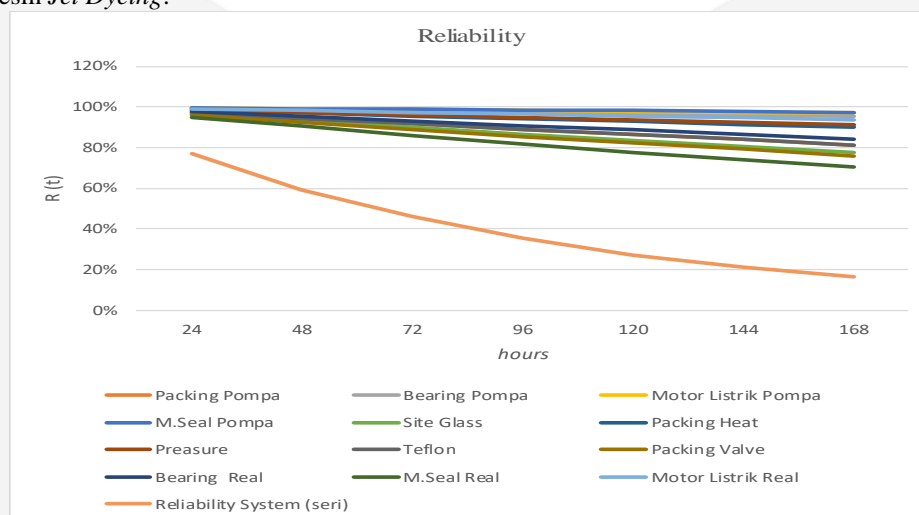


Gambar 5 *Reliability Block Diagram Sample Sistem Jet Dyeing*

Pemodelan sistem dilakukan dengan cara seri apabila salah satu sistem mengalami kerusakan maka menyebabkan mesin tidak bisa digunakan dan akan mengganggu proses produksi.

3.2 Perhitungan Reliability dengan Analytical Approach

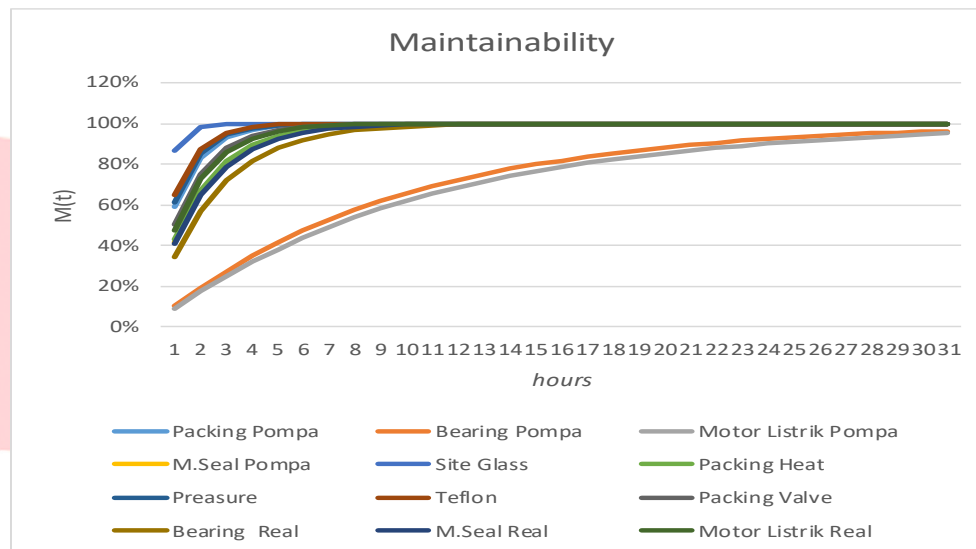
Perhitungan *reliability* dengan *analytical approach* adalah perhitungan kehandalan yang dilakukan dengan menggunakan RBD pada kondisi sistem dengan *frozen state*, yaitu dengan blok-blok yang diketahui karakteristik kerusakan (distribusi dan parameter terpilih dari subsistem) saja, dengan waktu yang diberikan berdasarkan dengan waktu yang konstan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perhitungan ini adalah perumusan model sistem serta perhitungan *reliability* berdasarkan pada perumusan yang telah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini, waktu yang ditentukan adalah antara 24 jam atau satu hari sampai dengan 168 jam atau 7 hari, dengan interval 24 jam atau satu hari. Gambar 6 adalah grafik hasil perhitungan *analytical approach reliability* dari setiap subsistem mesin *Jet Dyeing*.



Gambar 6 Grafik hasil perhitungan *Analytical Approach Reliability*

3.3 Perhitungan Maintainability

Perhitungan *maintainability* dari setiap *equipment* pada subsistem kritis dilakukan dengan menggunakan data *Time to Repair* yang dapat mempresentasikan secara jelas seberapa besar peluang untuk memperbaiki setiap *equipment* subsistem kritis. Pada penelitian ini, jangka waktu yang akan dijadikan sebagai waktu perhitungan adalah jangka waktu satu jam sampai dengan 31 jam, dengan menggunakan interval waktu sebesar satu jam. Gambar 7 adalah grafik hasil dari perhitungan *maintainability* dari *equipment* Packing Pompa, Bearing Pompa, Motor Listrik Pompa, Mechanical Seal Pompa, Site Glass, Packing Heat, Pressure, Teflon, Packing Valve, Bearing Driving Real, Mechanical Seal Driving Real dan Motor Listrik Driving Real.

Gambar 7 Grafik hasil perhitungan *Analytical Approach Maintainability*

3.4 Perhitungan *Availability* dengan *Analytical Approach*

Berdasarkan pada hasil perumusan *analytical availability* pada RBD yang telah dilakukan, perhitungan *Availability* subsistem yang ada dari sistem mesin *Jet Dyeing* dilakukan dengan menggunakan *world class maintenance Key Performance Indicator*.

Tabel 1 Perhitungan *Analytical Availability*

Subsistem	<i>Inherent Availability</i>	<i>Operational Availability</i>	<i>Performance Indicator (95%)</i>
Packing	99.9561%	99.9510%	<i>Achieved</i>
Bearing	99.8966%	99.7981%	<i>Achieved</i>
Motor Listrik	99.9463%	99.7581%	<i>Achieved</i>
M.seal	99.9717%	99.9385%	<i>Achieved</i>
Site Glass	99.9887%	99.9920%	<i>Achieved</i>
Packing Heat	99.9720%	99.9834%	<i>Achieved</i>
Preasure	99.9853%	99.9825%	<i>Achieved</i>
Teflon	99.9694%	99.9628%	<i>Achieved</i>
Packing Valve	99.9150%	99.9410%	<i>Achieved</i>
Bearing Real	99.9547%	99.9526%	<i>Achieved</i>
M.Seal Real	99.8500%	99.7051%	<i>Achieved</i>
Motor Listrik Real	99.9790%	99.974200%	<i>Achieved</i>

3.5 Perhitungan *Cost of Unreliability (COUR)*

3.5.1 Perhitungan *Failure Rate*

Dalam melakukan perhitungan *Cost Of Unreliability* dibutuhkan data setiap mesin. Data yang digunakan untuk perhitungan *Cost Of Unreliability (COUR)* adalah data unit mesin *jet dyeing* dari tahun 2010 sampai dengan 2016. Biaya-biaya yang ada pada *COUR* menggunakan satuan rupiah.

Tahap pertama dari perhitungan *COUR* adalah dengan menghitung tingkat kegagalan unit (*failure rate*). Untuk memperoleh nilai *failure rate* dibutuhkan *study interval*, *number of failures*, dan *mean time between failures*. Pada penelitian ini, *study interval* ditetapkan selama waktu observasi yang dilakukan yaitu selama 8760 jam. *Number of failure (s)* adalah jumlah terjadinya kejadian kerusakan operasional atau biasa disebut dengan *Corrective / Unscheduled Failure* selama waktu observasi (8760 jam). *MTTF* masing-masing mesin didapatkan dari perhitungan *plotting* distribusi *time to failure* yang telah didapatkan sebelumnya. Nilai *failure rate* diperoleh dengan melakukan pembagian antara nilai *number of failures* dengan nilai *study interval*. Tabel 2 menunjukkan rincian hasil perhitungan *Failure Rate* dari subsistem mesin *Jet Dyeing* *Packing Pompa*, *Bearing Pompa*, *Motor Listrik Pompa*, *Mechanical Seal Pompa*, *Site Glass*, *Packing Heat*, *Pressure*, *Teflon*, *Packing Valve*, *Bearing Driving Real*, *Mechanical Seal Driving Real* dan *Motor Listrik Driving Real*.

Tabel 2 Hasil Perhitungan *Failure Rate*

	<i>Study Interval (hrs)</i>	<i>Number of Failures</i>	MTTF	<i>Failure Rate</i>
Packing Pompa	8760	13	2574.70	0.00148
Bearing Pompa	8760	7	9063.25	0.00080
Motor Listrik	8760	7	19307.33	0.00080
M.seal Pompa	8760	10	6530.50	0.00114
Site Glass	8760	5	4437.72	0.00057
Packing Heat	8760	6	6407.00	0.00068
Pressure	8760	5	7117.70	0.00057
Teflon	8760	12	3158.03	0.00137
Packing Valve	8760	12	1683.46	0.00137
Bearing Real	8760	6	5243.51	0.00068
M.seal Real	8760	46	1282.10	0.00525
Motor Listrik Real	8760	5	7395.08	0.00057

3.5.2 Perhitungan *Time Lost*

Tahap kedua dari perhitungan *Cost of Unreliability* (COUR) adalah menghitung nilai *Lost Time* selama waktu observasi. Dengan waktu observasi yang ditentukan selama 8760 jam atau setahun, maka dibutuhkan data *failure rate* dan *number of failure* (s) yang telah dihitung sebelumnya, serta *Corrective Time / Failure*. Pada perhitungan *time lost*, akan dilakukan perhitungan terhadap *downtime* dan *corrective time*. Nilai *Corrective Time / Failure* didapatkan dari nilai *Mean Time to Repair* (MTTR) yang merupakan perhitungan distribusi *active repair* yang dilakukan pada unit *Corrective Time / Failures*. *Downtime / failure* didapatkan dari nilai *Mean Downtime* (MDT). Nilai *corrective lost time* didapatkan dengan mengalikan nilai *corrective time* per *failure* dengan *number of failure* (s). Nilai *downtime lost time* didapatkan dengan mengalikan nilai *downtime / failure* dengan *number of failure* (s). Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan *Corrective Lost Time* dan Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan *Downtime Lost Time* dari subsistem mesin *Jet Dyeing Packing Pompa*, *Bearing Pompa*, *Motor Listrik Pompa*, *Mechanical Seal Pompa*, *Site Glass*, *Packing Heat*, *Pressure*, *Teflon*, *Packing Valve*, *Bearing Driving Real*, *Mechanical Seal Driving Real* dan *Motor Listrik Driving Real*.

Tabel 3 Hasil Perhitungan *Corrective Lost Time Hours/Years*

	<i>Failure Rate</i>	<i>Number of Failure(s)</i>	<i>Corrective Time/Failure</i>	<i>Corrective Lost Time Hrs/Years</i>
Packing Pompa	0.00148	13	1.13	14.72
Bearing Pompa	0.00080	7	8.66	60.62
Motor Listrik	0.00080	7	10.38	72.66
M.seal Pompa	0.00114	10	1.85	18.50
Site Glass	0.00057	5	0.50	2.51
Packing Heat	0.00068	6	1.80	10.78
Pressure	0.00057	5	1.05	5.25
Teflon	0.00137	12	0.97	11.60
Packing Valve	0.00137	12	1.43	17.19
Bearing Real	0.00068	6	2.38	14.25
M.seal Real	0.00525	46	1.93	88.58
Motor Listrik Real	0.00057	5	1.55	7.75

Tabel 4 Hasil Perhitungan *Downtime Hours/Years*

	<i>Failure Rate</i>	<i>Number of Failure(s)</i>	<i>Downtime/Failure</i>	<i>DT Lost time Hrs/Years</i>
Packing Pompa	0.00148	13	1.98	25.74
Bearing Pompa	0.00080	7	15.16	106.12
Motor Listrik	0.00080	7	18.16	127.12
M.seal Pompa	0.00114	10	3.23	32.30
Site Glass	0.00057	5	0.88	4.40
Packing Heat	0.00068	6	3.14	18.87
Pressure	0.00057	5	1.84	9.19
Teflon	0.00137	12	1.69	20.29
Packing Valve	0.00137	12	2.51	30.09
Bearing Real	0.00068	6	4.16	24.94
M.seal Real	0.00525	46	3.37	155.02
Motor Listrik Real	0.00057	5	2.71	13.56

3.5.3 Perhitungan *Money Lost*

Tahap ketiga dari perhitungan *Cost Of Unreliability* adalah menghitung nilai *money lost*. Untuk memperoleh perhitungan *money lost* dibutuhkan data *downtime lost time* dan *corrective lost time* yang telah dilakukan sebelumnya, *lost production cost*, *equipment/spare part cost*, dan *labor maintenance cost*. Nilai dari *lost production* didapatkan dari perkalian antara masing-masing *lost time* dengan *loss profit per hour*. *Equipment / spare part cost* didapatkan dengan mengalikan *lost time* dengan biaya *maintenance* per jam sebesar Rp. 3.241.667. *Labor maintenance cost* didapatkan dengan mengalikan *lost time* dengan biaya *labor maintenance* per jam sebesar Rp.70.000, yang dapat dihitung berdasarkan dari data upah *engineering*. Nilai dari masing-masing *Cost Of*

Unreliability dari *corrective time* dan *downtime* didapatkan dengan menjumlahkan nilai *lost production cost*, *equipment / spare part cost*, dan *labor maintenance cost*. Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan *Corrective COUR* dari subsistem mesin *Jet Dyeing* dan Tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan *Downtime COUR* subsistem mesin *Jet Dyeing* yaitu *Packing Pompa*, *Bearing Pompa*, *Motor Listrik Pompa*, *Mechanical Seal Pompa*, *Site Glass*, *Packing Heat*, *Pressure*, *Teflon*, *Packing Valve*, *Bearing Driving Real*, *Mechanical Seal Driving Real* dan *Motor Listrik Driving Real*.

Tabel 5 Hasil Perhitungan *Corrective COUR*

	Loss Profit	Equipment/Spare Part Cost	Labor Maintenance Cost	Corrective COUR/years	Corrective COUR
Packing	5740741.00	1,471,600.00	1,030,120.00	14.72	8,242,461.00
Bearing	5740741.00	30,310,000.00	4,243,400.00	60.62	40,294,141.00
Motor Listrik	5740741.00	1,816,500,000.00	5,086,200.00	72.66	1,827,326,941.00
M.seal	5740741.00	37,000,000.00	1,295,000.00	18.50	44,035,741.00
Site Glass	5740741.00	1,759,720.83	175,972.08	2.51	7,676,433.92
Packing Heat	5740741.00	21,563,107.96	754,708.78	10.78	28,058,557.74
Pressure	5740741.00	5,250,000.00	367,500.00	5.25	11,358,216.38
Teflon	5740741.00	9,277,678.51	811,796.87	11.60	15,830,216.38
Packing Valve	5740741.00	6,876,616.86	1,203,407.95	17.19	13,820,765.81
Bearing Real	5740741.00	2,850,000.00	997,500.00	14.25	9,588,241.00
M.seal Real	5740741.00	265,749,360.00	6,200,818.40	88.58	277,690,919.40
Motor Listrik Real	5740741.00	24,800,000.00	542,500.00	7.75	31,083,241.00

Tabel 6 Hasil Perhitungan *Downtime COUR*

	Loss Profit	Equipment/Spare Part Cost	Labor Maintenance Cost	DT Lost time Hrs/Years	DT COUR
Packing	5,740,741.00	2,574,000.00	1,801,800.00	25.74	10,116,541.00
Bearing	5,740,741.00	53,060,000.00	7,428,400.00	106.12	66,229,141.00
Motor Listrik	5,740,741.00	3,178,000,000.00	8,898,400.00	127.12	3,192,639,141.00
M.seal	5,740,741.00	64,600,000.00	2,261,000.00	32.30	72,601,741.00
Site Glass	5,740,741.00	3,079,513.02	307,951.30	4.40	9,128,205.32
Packing Heat	5,740,741.00	37,735,410.82	1,320,739.38	18.87	44,796,891.20
Pressure	5,740,741.00	9,187,500.00	643,125.00	9.19	15,571,366.00
Teflon	5,740,741.00	16,235,914.52	1,420,642.52	20.29	23,397,298.05
Packing Valve	5,740,741.00	12,034,091.76	2,105,966.06	30.09	19,880,798.82
Bearing Real	5,740,741.00	4,987,500.00	1,745,625.00	24.94	12,473,866.00
M.seal Real	5,740,741.00	465,062,760.00	10,851,464.40	155.02	481,654,965.40
Motor Listrik Real	5,740,741.00	43,400,000.00	949,375.00	13.56	50,090,116.00

4 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data *Reliability, Availability & Maintainability Analysis* menggunakan pemodelan *Reliability Block Diagram* berdasarkan pada *analytical approach*, pada waktu 168 jam, sistem memiliki nilai *Reliability* (16%). Rata-rata nilai *Maintainability* sistem pada $t = 31$ jam adalah 91,47%. Nilai *Inherent Availability* sebesar 99,38% dan nilai *Operational Availability* sebesar 98,94%. Berdasarkan pada evaluasi yang telah dilakukan dengan menggunakan *world class maintenance Key Performance Indicator*, indikator dari *leading* dan *lagging availability* sudah mencapai target indikator yang diberikan. Hasil perhitungan *Cost of Unreliability* didapatkan biaya yang disebabkan oleh ketidakhandalan sistem adalah Rp.2.315.005.900 berdasarkan *active repair time* dan Rp.3.998.580.070 berdasarkan pada *downtime*.

Daftar Pustaka

- [1] Ebeling, Charles E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc
- [2] Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J.. 2006 . *System Engineering And Analysis*. Prentice Hall International Series In Industrial & Systems Engineering.
- [3] Alhilman, Judi, Rd Rohmat Saedudin, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji, and Andri Gautama Suryabrata. 2015. "LCC Application for Estimating Total Maintenance Crew and Optimal Age of BTS Component." Pp. 543–47 in 2015 3rd International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2015.
- [4] Ebrahimi, A. (2010). *Effect Analysis Of Reliability, Availability, Maintainability And Safety (Rams) Parameters In Design And Operation Of Dynamic Positioning (Dp) Systems In Floating Offshore Structures*. Kth, Royal Institute Of Technology.
- [5] Vicente, F. (2012). *Assessing The Cost Of Unreliability In Gas Plant To Have A*. In Petroleum and Chemical Industry Conference Europe Conference Proceedings (PCIC EUROPE). Prague, Czech Republic: IEEE
- [6] Cajaeira, Carolina (2012). *RAM Factors in The Operation and Maintenance Phase of Wind Turbines*. Production and System Departement. University of Minho.